

УДК 616

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ВЫНОСЛИВОСТИ ЮНЫХ ФУТБОЛИСТОВ

**П.М. ЛАЗАРЕВ, Т.Л. ЛЕБЕДЬ, О.Н. МИНЮК, С.В. ВЛАСОВА**

*Полесский государственный университет,  
г. Пинск, Республика Беларусь*

**Введение.** Общеизвестно, что выносливость является необходимой предпосылкой для достижения высоких результатов в любом виде спорта. Велико значение упражнений на выносливость для сохранения и укрепления здоровья, повышения общей работоспособности организма, подготовки к трудовой деятельности и общего физического развития человека. Высокий уровень выносливости позволяет спортсменам успешно справляться с большим объемом тренировочной и соревновательной работы.

Футбол являет собой организм, живущий своей жизнью, в которую, однако, вносят вклад различные составляющие. В первую очередь это функционирование составляющих футбольное целое, организм каждого игрока. Функциональные индивидуальные возможности футболистов, техническая оснащенность и взаимодействие с партнерами в составе коллектива играют ключевую роль в успехе.

Специальные исследования показали высокую эффективность занятий футболом для разностороннего развития детского организма. В процессе тренировок на основе технической, физической, тактической, морально-волевой и теоретической подготовки осуществляется подведение футболистов к участию в соревнованиях.

Одной из значимых способностей футболистов является выносливость, то есть способность противостоять неблагоприятным воздействиям внешней или внутренней среды. В физическом воспитании под выносливостью понимают способность организма бороться с утомлением, вызванным мышечной деятельностью. В связи с тем, что виды физических нагрузок весьма разнообразны, неодинаковы и механизмы утомления, а, следовательно, различны и виды выносливости к физическим нагрузкам.

Согласно литературным данным, различают выносливость общую и специальную. Важно отметить, что специальная выносливость – это способность длительное время эффективно выполнять специфическую мышечную работу, присущую тому или иному виду физических упражнений или виду спорта, преодолевая наступающие утомления. Она развивается на основе общей выносливости и подразделяется на скоростную, силовую и выносливость в упражнениях ациклической и смешанной структуры.

Для современного футбола характерны очень высокие соревновательные нагрузки, темп игры, выполнение технических приемов на большой скорости с сопротивлением противника, применением активных систем защиты и нападения: прессинга и быстрого прорыва. Длительный соревновательный период, высокая напряженность турниров и отдельных матчей требуют высокого уровня развития выносливости.

Футболист, обладающий достаточной выносливостью, более длительное время сохраняет высокую спортивную форму, проявляет высокую длительную активность как в одном матче, так и на протяжении соревновательного периода, демонстрирует более стабильную и эффективную технику, отличается быстрым тактическим мышлением, более результативен. Однако одним людям достичь хорошей физической формы легко, а другим почти невозможно, несмотря ни на какие усилия.

Выносливость, как некая субъективная характеристика, имеет свою структуру, генетически заложенную в определенной пропорции различных физиологических предрасположенностей оберегающего характера, способных предохранять организм спортсмена от негативного воздействия различных видов физических нагрузок, включаясь в нужный момент и в нужной порции, по-разному противодействуя перегрузкам в различных видах двигательной активности и мышечной деятельности и по возможности фильтруя образование в организме человека непредвиденных негативных реакций.

Увеличить выносливость относительно заложенного природой уровня нельзя, ее можно лишь актуализировать, рационально применить, разбудив все ее защитные здоровьесберегающие компоненты.

Учеными уже собраны убедительные доказательства того, что гены играют определенную роль в реализации спортивного потенциала индивида. Физические качества детерминируются генетическими факторами. Согласно современным представлениям молекулярной генетики спорта считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами, которых насчитывается более 12 миллионов. ДНК-полиморфизмы – это вариабельные участки в последовательности ДНК, которые встречаются в популяции с частотой не менее 1%, и в подавляющем большинстве случаев оказывают нейтральный эффект. Существуют также полиморфизмы, способные повлиять на степень экспрессии генов, активность функциональных продуктов (белков, РНК) и структуру белков. Эти полиморфизмы являются предметом ассоциативных исследований спортивных генетиков. Однонуклеотидные полиморфизмы – наиболее частая причина существования нескольких вариантов одного гена (аллелей), на их долю приходится подавляющее большинство вариаций в геноме человека. К полиморфизмам также относятся инсерции/делеции (вставки/выпадения) нескольких пар нуклеотидов, сегментальные дубликации и повторы.

В настоящее время известны около 40 генов, полиморфизмы которых ассоциированы с развитием и проявлением такого физического качества человека, как выносливость, а также функциональными признаками и биохимическими показателями, изменяющимися под воздействием физических нагрузок различной направленности. Помимо «спортивных» генетических маркеров выносливости выделяют также генетические маркеры «тренируемой выносливости», выявленные в результате динамических (лонгитудинальных) исследований, когда анализируется эффект тренировки и ее связь с генотипами.

Среди прочих генов, участвующих в реализации генетического детерминирования физической выносливости, можно выделить гены первостепенной (ACE, PPARGC1A) и второстепенной значимости (AT2R1).

ACE – ген ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), который является важным физиологическим регулятором артериального давления и водно-солевого обмена. АПФ превращает циркулирующий в крови неактивный ангиотензин I в ангиотензин II, обладающий мощным гипертензивным действием. Этот пептид не только регулирует состояние гемодинамики человека, но и как фактор роста усиливает синтез структурных белков в клетках миокарда, что приводит к гипертрофии сердечной мышцы.

PPARGC1A – ген 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом, который вносит существенный вклад в интенсивность метаболических процессов в скелетных мышцах и миокарде. Через соответствующие транскрипционные факторы данный ген влияет на активность процессов адаптивного термогенеза, образование митохондрий и усиления окислительных процессов, относительное содержание «медленных» мышечных волокон, секрецию инсулина, глюконеогенез, липогенез и хондрогенез.

AT2R1 – ген рецептора 1-го типа ангиотензина II. Опосредует один из основных сердечно-сосудистых эффектов ангиотензина II, роль которых заключается в регуляции кровяного давления. Через него реализуется не только констрикторное действие ангиотензина II, но и экспрессия факторов роста и пролиферация гладкой мускулатуры.

I аллель гена ACE, Gly/Gly аллель гена PPARGC1A и A/A аллель гена AT2R1 являются маркерами выносливости.

Знание имеющихся особенностей генотипа спортсменов открывает новые возможности коррекции тренировочного процесса и определение амплуа футболиста, что и определило направление нашего исследования.

**Цель данной работы** – выявление и анализ полиморфизмов трех генов: ангиотензинпревращающего фермента, 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом и рецептора 1 типа ангиотензина II у юных футболистов.

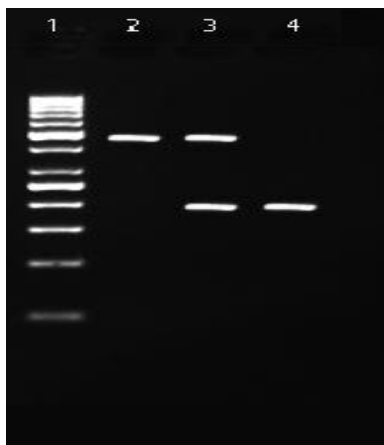
**Материалы и методы.** В качестве материала для исследования были использованы образцы буккального эпителия 91 учащегося СДЮШОР №3 г. Пинска и ЦФКиС «Волна» УО «ПолессГУ».

Анализ полиморфизма генов проводили методом полимеразной цепной реакции (ПЦР). ДНК выделяли перхлоратным методом, в основе которого лежит лизис клеток додецилсульфатом

натрия и деградация белков протеиназой К, обработка смесью перхлората натрия, хлороформа, изоамилового спирта, преципитация ДНК этанолом. ДНК, выделенная данным методом, пригодна для длительного хранения и даёт возможность использовать образцы, содержащие деградированную ДНК.

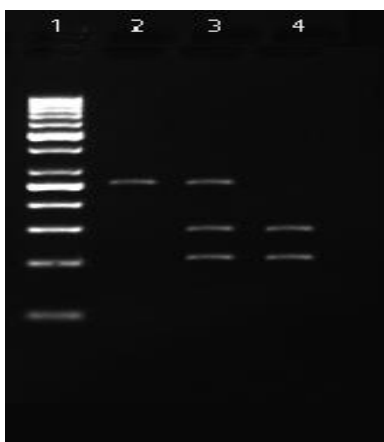
Полученную ДНК использовали в качестве матрицы в полимеразной цепной реакции в присутствии праймеров авторского дизайна, синтезированных с помощью олигонуклеотидного синтезатора MerMade4 (Bioautomation, США). Амплификацию фрагментов ДНК проводили на программируемых термоциклерах (Biometra, Германия) с использованием термофильной ДНК-полимеразы (ОДО «Праймтех», Беларусь). Оптимизация условий ПЦР проводилась путём варьирования временных и температурных параметров реакции, а также использования различных pH буферных растворов, концентраций хлорида магния для обеспечения специфичности реакции.

Амплифицированные фрагменты ДНК, содержащие однонуклеотидные полиморфизмы, обрабатывали подходящими эндонуклеазами рестрикции (NEB, США) в соответствии с методиками, рекомендованными производителем. Продукты рестрикции, а также ПЦР продукты полиморфизма, содержащего инсерции/делеции, разделяли с помощью 2-3% агарозного геля-электрофореза с последующей визуализацией в системе гель-документации (Vilber Lourmat, Франция). На рисунках 1-3 представлены электрофореграммы генотипирования по вышеуказанным полиморфизмам генов ACE, PPARGC1A, AT2R1.



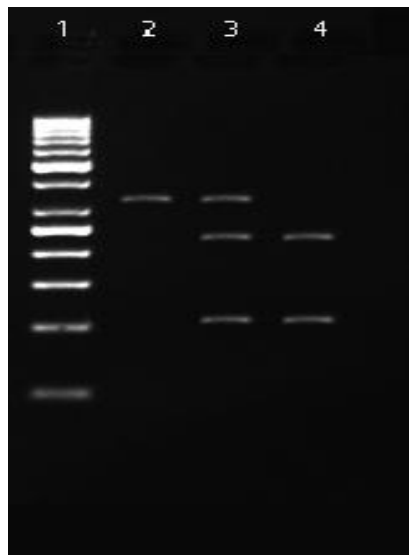
**Рисунок 1 – Электрофореграмма результатов ПЦР-анализа полиморфизма Alu I/D гена ACE**

- 1 – маркер молекулярных масс (CarlRoth 50 bp DNA-ladder)
- 2 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом I/I
- 3 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом I/D
- 4 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом D/D



**Рисунок 2 – Электрофореграмма результатов ПЦР-ПДРФ анализа полиморфизма G1444A гена PPARGC1A**

- 1 – маркер молекулярных масс (CarlRoth 50 bp DNA-ladder)  
 2 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом A/A  
 3 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом A/G  
 4 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом G/G



**Рисунок 3 – Электрофореграмма результатов ПЦР-ПДРФ анализа полиморфизма A1166C гена AT2R1**

- 1 – маркер молекулярных масс (CarlRoth 50 bp DNA-ladder)  
 2 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом A/A  
 3 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом A/C  
 4 – продукт амплификации ДНК индивидуума с генотипом C/C

Нами был использован простой и доступный подход определения оптимального полигенного профиля для физического качества «выносливость», предложенный Williams A.G. & Folland J.P. (2008).

Для оценки генетической перспективности тестируемых футболистов на основании полученных нами полигенных профилей в методе подсчета «общего генетического балла» (ОГБ) использовали индивидуальные профили исследованных полиморфизмов с присвоением их вариантам баллов (0, 1, 2):

1. ACE I/D полиморфизм: I/I = 2, I/D = 1, D/D = 0.
2. PPARGC1A полиморфизм Gly482Ser: Gly/Gly = 2, Gly/Ser = 1, Ser/Ser = 0.
3. AT2R1 полиморфизм A1166C: A/A = 2, A/C = 1, C/C = 0.

$$ОГБ_{выносливость} = \frac{100}{6} \cdot (ГБ_{ACE} + ГБ_{PPARGC1A} + ГБ_{AT2R1})$$

**Результаты и их обсуждение.** Полигенные профили диапазона ОГБ, связанного с качеством «выносливость», у 91 протипированного юного футболиста варьировали от 16,7 до 100 со средним значением 58,3. Распределение показателя ОГБ<sub>выносливость</sub> в группе тестируемых спортсменов следующее: 16.7 – 3.2%; 33.3 – 9.9%; 50.0 – 25.3%; 66.7 – 37.4%; 83.3 – 18.7%; 100.0 – 5.5%.

Анализ полигенных профилей обследованных юных футболистов позволил выделить генетически предрасположенных к проявлению качества «выносливость».

**Выводы.** В результате исследований выявлено, что 86,9 % юных футболистов обладают качеством «выносливость», что следует учитывать в процессе индивидуального подхода к тренировкам, правильного построения оздоровительных занятий, а также предупреждения отрицательного эффекта тренировок. Приведенные данные показывают, что роль генетических факторов в спорте достаточно велика и следует продолжать исследования в данной области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахметов, И.И. Анализ комбинации генетических маркеров мышечной деятельности/ И.И. Ахметов [и др.] / Генетические, психофизические и педагогические технологии подготовки спортсменов: сб. научных трудов. – СПб, 2006. – С. 95 – 103.
2. Ахметов, И.И. Использование ДНК-технологий для определения предрасположенности к оптимальной двигательной деятельности / И.И. Ахметов // Медицина труда и промышленной экологии. – 2009. – №6. – С. 13 – 18.
3. Гейчук, И.Н. Анализ полиморфизма генов ассоциированных с выносливостью у юных спортсменов-футболистов: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 60-летию образования СГАФКСТ/ И.Н. Гейчук [и др.]. – 2010. – С.205 – 209.
4. Евсеева, Е.Я. Возрастные особенности развития выносливости у подростков 16 – 17 лет: материалы международной электронной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ПГУ им. Т.Г. Шевченко и 10-летию факультета физической культуры и спорта / Е.Я. Евсеева, С.А. Кутищев. – 2010. – С. 136 – 143.
5. Орджоникидзе, З.Г. Физиология футбола / З.Г. Орджоникидзе, В.И. Павлов – М.: Человек, Олимпия. – 2008. – 240 с.
6. Хмырова, О.А. Основные и дополнительные средства воспитания общей выносливости футболистов на этапе начальной подготовки: материалы международной электронной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ПГУ им. Т.Г.Шевченко и 10-летию факультета физической культуры и спорта/ О.А. Хмырова, А.М. Поян. – 2010. – С. 53 – 58.
7. Ahmetov, I.I. Genes, athlete status and training – An overview/ In: Genetics and Sports // I.I. Ahmetov, V.A. Rogozkin.; Edited by M. Collins. – Basel: Karger, 2009.
8. Williams, A.G., Folland J.P. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance / A.G. Williams, J.P. Folland.- J.Physiol. – 2008. – Vol. 586. – P. 113 – 121.
9. Wolfarth, B. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2004 update / B. Wolfarth. – Med Sci Sports Exerc. – 2005. – V. 37(6). – P. 881 – 903. Review.

## MODERN APPROACHES TO THE ASSESSMENT ENDURANCE YOUNG FOOTBALL PLAYERS

*P.M. LASAREV, T.L. LEBED, O.N. MINJUK, S.V. VLASOVA*

### *Summary*

Genetic polymorphism associated with young football players human tolerance was analyses. There is a significant difference in distribution of the polymorphism. Defined molecular markers can be used in training process correction.

© П.М. Лазарев, Т.Л. Лебедь, О.Н. Минюк, С.В. Власова

*Поступила в редакцию 13 октября 2010г.*